

Rapport pour le CICC

Chercheurs

Mathieu Arès, François Nougrou et Cyril Muehlethaler

Titre du projet

Exploitation des signaux musculaires pour l'évaluation des conditions d'écriture en science forensique

Contexte

La compréhension des mécanismes sous-jacents à l'écriture manuscrite est essentielle pour les domaines de la science forensique et de la biométrie. Cependant, l'analyse des variations dans l'écriture reste un défi important, notamment en ce qui concerne la variabilité normale lors d'un changement de position d'écriture. L'électromyographie (EMG), qui mesure l'activité électrique des muscles, offre une approche novatrice pour étudier ces variations en lien direct avec les mouvements musculaires responsables de l'écriture.

Objectifs

Le projet visait à :

1. Capturer et analyser les signaux EMG associés aux mouvements d'une écriture naturelle.
2. Évaluer la variabilité de l'écriture en fonction des positions lors de l'écriture en analysant les signaux musculaires.
3. Développer des algorithmes permettant de reconstruire l'écriture manuscrite à partir des données EMG.
4. Explorer l'applicabilité de ces méthodes à la science forensique, afin de mieux comprendre le niveau de variabilité naturelle d'une personne en temps-réel.

Méthodologie

- **Acquisition des données** : Les données EMG ont été collectées lors de tâches d'écriture standardisées. Les signaux ont été enregistrés à l'aide d'électrodes placées sur les muscles de l'avant-bras responsables des mouvements d'écriture tout en enregistrant le mouvement d'un stylo sur une tablette graphique.
- **Analyse des signaux** : Les données brutes ont été traitées afin de reproduire les méthodes d'analyse approuvées, puis transformées en des représentations exploitables par des algorithmes d'apprentissage automatique.
- **Reconstruction de l'écriture** : Les signaux EMG ont été utilisés pour modéliser les mouvements du stylo, permettant de recréer les trajectoires d'écriture. La

reconstruction pouvait se faire en mode hors ligne ou en temps-réel avec une très grande précision.

- **Validation des résultats** : Une comparaison entre les écritures originales et les écritures reconstruites a été réalisée pour évaluer la précision et la robustesse des méthodes, autant en temps réel qu'avec des traitements lourds par apprentissage automatique.

Résultats principaux

- Les modèles d'apprentissage automatique ont permis de reconstruire avec une grande précision les tracés d'écriture à partir des données EMG.
- Il est possible de reconnaître sur la base de signaux EMG la position dans laquelle l'écriture a été effectuée, à condition de l'avoir enregistré au moins 1 fois.

Conclusion

Ce projet a démontré que les signaux EMG peuvent servir de base pour analyser et reconstruire l'écriture manuscrite. Cette méthode novatrice a un fort potentiel pour la science forensique, en permettant d'approfondir notre compréhension des mécanismes d'écriture et d'apporter de nouveaux outils pour l'analyse de l'écriture et des signatures. Les résultats ouvrent la voie à des applications futures, notamment dans l'évaluation de l'authenticité des signatures et l'étude des comportements moteurs.